

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-170381
 (43)Date of publication of application : 17.06.2003

(51)Int.Cl. B25J 17/02

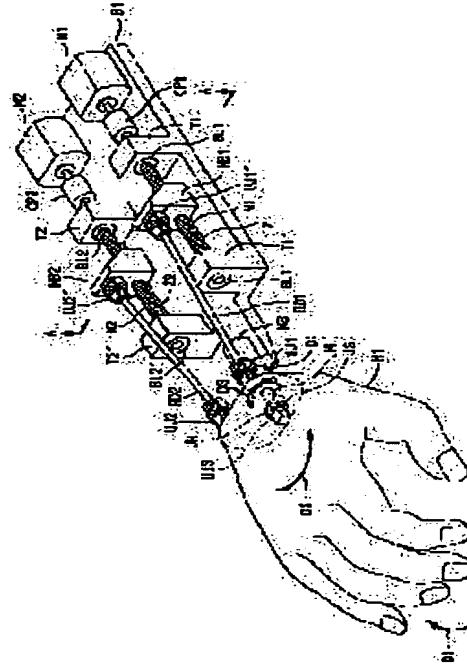
(21)Application number : 2001-367328 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP
 (22)Date of filing : 30.11.2001 (72)Inventor : SHINOZAKI JUNICHIRO

(54) OPERATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To match rotating centers with 3-degree of freedom to one point with rotating axes orthogonally crossed each other.

SOLUTION: Universal joints UJ1 and UJ2 with 3-degree of freedom for performing the vertical swing operation D1 and lateral swing operation D2 based on a linear motion are connected to the upper right and left ends of a wrist part at the tip H1 of an arm. A universal joint UJ3 with 2-degree of freedom for performing the twisting rotation D3 of the tip H1 of the arm is connected to the wrist part at the tip H1 of the arm used as the center of the 3-degree of freedom of a wrist.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-170381

(P2003-170381A)

(43)公開日 平成15年6月17日 (2003.6.17)

(51)Int.Cl.⁷

B 25 J 17/02

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 25 J 17/02

A 3 C 0 0 7

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-367328(P2001-367328)

(22)出願日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 棚▲崎▼ 順一郎

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

Fターム(参考) 3C007 BT16 HS27 HT11 HT19 HT21

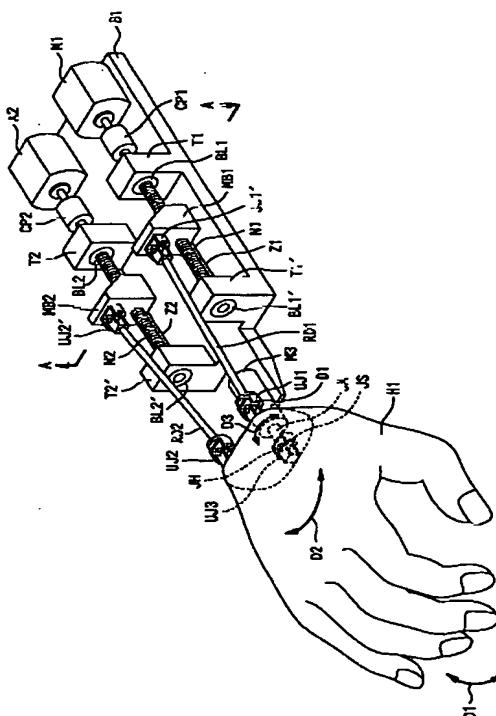
WC21

(54)【発明の名称】 操作装置

(57)【要約】

【課題】 回転軸を直交させたまま、3自由度の回転中心を1点に一致させる。

【解決手段】 直線運動に基づいて、手先H1の縦振り動作D1および横振り動作D2を行なわせるための3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2を手先H1の手首部の上左右端にそれぞれ結合させるとともに、手先H1の捻り回転D3を行なわせるための2自由度ユニバーサルジョイントUJ3を手首の3自由度の中心として手先H1の手首部に結合させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線運動に基づいて、縦振り動作および横振り動作を行なわせる第1および第2のユニバーサルジョイントと、
3自由度の中心として捻り回転を行なわせる第3のユニバーサルジョイントとを備えることを特徴とする操作装置。

【請求項2】 前記第1のユニバーサルジョイントを直線運動させる第1のリニアアクチュエータと、
前記第2のユニバーサルジョイントを直線運動させる第2のリニアアクチュエータと、
前記第3のユニバーサルジョイントを回転させる回転モータとをさらに備えることを特徴とする請求項1記載の操作装置。

【請求項3】 前記縦振り動作に対応させて、前記第1および第2のリニアアクチュエータを同方向に駆動する第1の駆動制御手段と、
前記横振り動作に対応させて、前記第1および第2のリニアアクチュエータを逆方向に駆動する第2の駆動制御手段とをさらに備えることを特徴とする請求項2記載の操作装置。

【請求項4】 前記第1のリニアアクチュエータは、
前記第1のユニバーサルジョイントに第1のコネクティングロッドを介して結合され、第1のネジ溝が切られた第1の移動ブロックと、
前記第1のネジ溝に噛み合わされた第1のネジ部材と、
前記第1のネジ部材を回転させる第1のモータとを備え、
前記第2のリニアアクチュエータは、
前記第2のユニバーサルジョイントに結合され、第2のネジ溝が切られた第2の移動ブロックと、
前記第2のネジ溝に噛み合わされた第2のネジ部材と、
前記第2のネジ部材を回転させる第2のモータとを備えることを特徴とする請求項3記載の操作装置。

【請求項5】 第1のネジ部材の軸方向に沿って設けられた第1の案内溝と、
前記第1の案内溝に挿入され、前記第1の移動ブロックに結合された第1の突起部と、
前記第2のネジ部材の軸方向に沿って設けられた第2の案内溝と、
前記第2の案内溝に挿入され、前記第2の移動ブロックに結合された第2の突起部とを備えることを特徴とする請求項4記載の操作装置。

【請求項6】 前記突起部は、ベアリングを介して前記案内溝に接していることを特徴とする請求項5記載の操作装置。

【請求項7】 前記ユニバーサルジョイントは、軸受段付ネジが、軸受を介して十字部材にねじ込まれていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の操作装置。

【請求項8】 直線運動に基づいて、縦振り動作および横振り動作を行なわせる第1および第2のユニバーサルジョイントと、

2自由度の中心として捻り回転を行なわせる第3のユニバーサルジョイントと、
前記第1および第2のユニバーサルジョイントを固定軸の回りに回転させる回転手段とを備えることを特徴とする操作装置。

【請求項9】 直線運動に基づいて、縦振り動作および横振り動作を行なわせる第1および第2のユニバーサルジョイントと、
2自由度の中心として捻り回転を行なわせる第3のユニバーサルジョイントと、
前記第1のユニバーサルジョイントを直線運動させる第1のリニアアクチュエータと、
前記第2のユニバーサルジョイントを直線運動させる第2のリニアアクチュエータと、
前記第1、第2および第3のユニバーサルジョイントならびに前記第1および第2のリニアアクチュエータを固定する固定ブロックと、
前記固定ブロックを支持する支持ブロックと、
固定軸の回りに回転可能な状態で前記支持ブロックを支持する軸受部と、
前記支持ブロックに取り付けられた回転モータと、
前記回転モータの回転力を前記固定軸に伝える歯車とを備えることを特徴とする請求項8記載の操作装置。

【請求項10】 前記固定ブロックは、前記第3のユニバーサルジョイントが前記固定軸の軸線上に位置するよう、前記支持ブロックに固定されていることを特徴とする請求項9記載の操作装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、操作装置に関し、特に、ロボットハンドやマニピュレータなどに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の工業用ロボットでは、例えば、特開平9-285874号公報に記載されているように、パラレルリンク機構を用いた固定・把持ハンドを持つものがあた。また、ロボットハンドブック(コロナ社)に記載されているように、歯車を用いることにより、1点交差型リスト(手首)機構を構成し、人型ロボットの手首関節の3軸を1点で交差させたものもあった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、パラレルリンク機構を用いた固定・把持ハンドでは、1または2自由度の関節を持つ腕が繋ぎ合させて用いられるため、手首に3自由度を持たせることができず、精密な位置決め制御に時間がかかるという問題があった。また、歯車を用いて1点交差型リスト機構を実現する方法で

は、機構が複雑になり、軽量化や小型化の妨げになるだけでなく、回転軸が直交していないため、運動計算が容易でないという問題があった。

【0004】そこで、本発明の目的は、回転軸を直交させたまま、3自由度の回転中心を1点に一致させることができ可能な操作装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、請求項1記載の操作装置によれば、直線運動に基づいて、縦振り動作および横振り動作を行なわせる第1および第2のユニバーサルジョイントと、3自由度の中心として捻り回転を行なわせる第3のユニバーサルジョイントとを備えることを特徴とする。これにより、回転軸を直交させたまま、3自由度の回転中心を1点に一致させることができ、軽量化およびコンパクト化を図りつつ、運動学的な座標計算を可能とすることことができ、精密な位置決め制御を俊敏に行なうことができる。

【0006】また、請求項2記載の操作装置によれば、前記第1のユニバーサルジョイントを直線運動させる第1のリニアアクチュエータと、前記第2のユニバーサルジョイントを直線運動させる第2のリニアアクチュエータと、前記第3のユニバーサルジョイントを回転させる回転モータとをさらに備えることを特徴とする。これにより、構成を複雑化することなく、第1および第2のユニバーサルジョイントを直線運動させることができ可能となるとともに、第3のユニバーサルジョイントを回転させることができ可能となり、軽量化およびコンパクト化を図ることができる。

【0007】また、請求項3記載の操作装置によれば、前記縦振り動作に対応させて、前記第1および第2のリニアアクチュエータを同方向に駆動する第1の駆動制御手段と、前記横振り動作に対応させて、前記第1および第2のリニアアクチュエータを逆方向に駆動する第2の駆動制御手段とをさらに備えることを特徴とする。これにより、単純な駆動制御を行なうだけで、縦振り動作および横振り動作をさせることができ、運動の演算処理を簡単化して、精密な位置決め制御を俊敏に行なうことができる。

【0008】また、請求項4記載の操作装置によれば、前記第1のリアアクチュエータは、前記第1のユニバーサルジョイントに第1のコネクティングロッドを介して結合され、第1のネジ溝が切られた第1の移動ブロックと、前記第1のネジ溝に噛み合わされた第1のネジ部材と、前記第1のネジ部材を回転させる第1のモータとを備え、前記第2のリニアアクチュエータは、前記第2のユニバーサルジョイントに第2のコネクティングロッドを介して結合され、第2のネジ溝が切られた第2の移動ブロックと、前記第2のネジ溝に噛み合わされた第2のネジ部材と、前記第2のネジ部材を回転させる第2のモータとを備えることを特徴とする。

【0009】これにより、回転モータを用いて、縦振り動作および横振り動作を行なわせることができ、操作装置のコンパクト化および低コスト化を図ることができ。また、請求項5記載の操作装置によれば、第1のネジ部材の軸方向に沿って設けられた第1の案内溝と、前記第1の案内溝に挿入され、前記第1の移動ブロックに結合された第1の突起部と、前記第2のネジ部材の軸方向に沿って設けられた第2の案内溝と、前記第2の案内溝に挿入され、前記第2の移動ブロックに結合された第2の突起部とを備えることを特徴とする。

【0010】これにより、ネジ部材との噛み合せを利用して、移動ブロックを移動させる場合においても、移動ブロックの回転を防止して、直線運動のみを移動ブロックに行なわせることができ、第1および第2のユニバーサルジョイントの位置決めを精度良く行なうことができる。また、請求項6記載の操作装置によれば、前記突起部は、ペアリングを介して前記案内溝に接していることを特徴とする。

【0011】これにより、突起部が案内溝に接する場合においても、突起部と案内溝との摩擦を抑制して、移動ブロックを滑らかに直線運動させることができ可能となる。また、請求項7記載の操作装置によれば、前記ユニバーサルジョイントは、軸受段付ネジが、軸受を介して十字部材にねじ込まれていることを特徴とする。これにより、軸受段付ネジを、軸受を介して十字部材にねじ込むだけで、軸受を十字部材に取り付けた状態で、軸受が軸受段付ネジの回りを回転可能とすることことができ、ユニバーサルジョイントの構成を簡単化することができる。

【0012】また、請求項8記載の操作装置によれば、直線運動に基づいて、縦振り動作および横振り動作を行なわせる第1および第2のユニバーサルジョイントと、2自由度の中心として捻り回転を行なわせる第3のユニバーサルジョイントと、前記第1および第2のユニバーサルジョイントを固定軸の回りに回転させる回転手段とを備えることを特徴とする。これにより、捻り回転が行なわれる部位と、縦振り動作および横振り動作が行なわれる部位とを分離することができ、捻り回転を行なうための機構を縦振り動作および横振り動作が行なわれる部位に配置する必要がなくなることから、コンパクト化を図ることが可能となるとともに、制御も単純化することができる。

【0013】また、請求項9記載の操作装置によれば、直線運動に基づいて、縦振り動作および横振り動作を行なわせる第1および第2のユニバーサルジョイントと、2自由度の中心として捻り回転を行なわせる第3のユニバーサルジョイントと、前記第1のユニバーサルジョイントを直線運動させる第1のリニアアクチュエータと、前記第2のユニバーサルジョイントを直線運動させる第2のリニアアクチュエータと、前記第1、第2および第3のユニバーサルジョイントならびに前記第1および

第2のリニアアクチュエータを固定する固定ブロックと、前記固定ブロックを支持する支持ブロックと、固定軸の回りに回転可能な状態で前記支持ブロックを支持する軸受部と、前記支持ブロックに取り付けられた回転モータと、前記回転モータの回転力を前記固定軸に伝える歯車とを備えることを特徴とする。

【0014】これにより、第1および第2のユニバーサルジョイントが固定軸に対して傾いた状態で、固定軸の回りの円周上を回転することができ、捻り回転が行なわれる部位と、縦振り動作および横振り動作が行なわれる部位とを分離した場合においても、位置決め制御を容易に行なうことが可能となる。また、請求項10記載の操作装置によれば、前記固定ブロックは、前記第3のユニバーサルジョイントが前記固定軸の軸線上に位置するように、前記支持ブロックに固定されていることを特徴とする。

【0015】これにより、捻り回転が行なわれる部位と、縦振り動作および横振り動作が行なわれる部位とを分離した場合においても、XYZ軸の回りの任意の方向に回転させることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態に係る操作装置について、ロボットハンドを例にとって説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るロボットバンドの概略構成を示す斜視図、図2は、本発明の第1実施形態に係るロボットバンドの概略構成を示す側面図である。

【0017】図1、2において、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2が手先H1の手首部の上左右端にそれぞれ結合されるとともに、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3が3自由度の中心として手先H1の手首部に結合されている。ここで、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2は、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の支点軸回りの円弧運動に基づいて、手先H1の縦振り動作D1および横振り動作D2を行なわせることができる。また、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3は、手首の3自由度の中心として手先H1の捻り回転D3を行なわせることができる。

【0018】一方、ベース板B1上には、突起部T1、T1'、T2、T2'が設けられ、各突起部T1、T1'、T2、T2'には、ペアリングBL1、BL1'、BL2、BL2'がそれぞれ設けられている。そして、突起部T1、T1'の間には、ペアリングBL1、BL1'で支持されるように、ネジN1が架設されるとともに、突起部T2、T2'の間には、ペアリングBL2、BL2'で支持されるように、ネジN2が架設されている。

【0019】さらに、突起部T1、T1'の間には、移動ブロックMB1が設けられるとともに、突起部T2、T2'の間には、移動ブロックMB2が設けられてい

る。ここで、各移動ブロックMB1、MB2には、ネジN1、N2のネジ山に対応したネジ溝が形成され、各移動ブロックMB1、MB2は、各移動ブロックMB1、MB2のネジ溝とネジN1、N2のネジ山とが噛み合うように、ネジN1、N2によってそれぞれ貫かれている。

【0020】また、各移動ブロックMB1、MB2には、突回り止め軸が設けられるとともに、ベース板B1には、各移動ブロックMB1、MB2の移動方向に沿って案内溝Z1、Z2が形成され、各回り止め軸は、案内溝Z1、Z2にそれぞれ挿入されている。図3は、本発明の第1実施形態に係るロボットバンドにおける移動ブロックの回り止め機構の構成を示す断面図である。

【0021】図3において、例えば、移動ブロックMB1の下部には回り止め軸SJが設けられ、この回り止め軸SJはペアリングBL3を介して案内溝Z1に接している。そして、各移動ブロックMB1、MB2には、2自由度ユニバーサルジョイントUJ1'、UJ2'がそれぞれ設けられ、各2自由度ユニバーサルジョイントUJ1'、UJ2'は、コネクティングロッドRD1、RD2を介して3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2にそれぞれ連結されている。

【0022】また、ベース板B1上において、各突起部T1、T2の後方にはモータM1、M2がそれぞれ設けられ、各モータM1、M2は、カップリングCP1、CP2を介してネジN1、N2にそれぞれ接続されている。さらに、ベース板B1の前方にはモータM3が設けられ、モータM3の回転軸JMは、減速機D1を介して2自由度ユニバーサルジョイントUJ3に接続されている。

【0023】次に、図1、2のロボットバンドの動作について説明する。手先H1の縦振り動作D1をさせる場合、モータM1、M2を同方向に回転させることにより、ネジN1、N2を同方向に回転させる。すると、各移動ブロックMB1、MB2がネジN1、N2に沿って同一方向に直線運動し、各移動ブロックMB1、MB2の同一方向の直線運動成分がコネクティングロッドRD1、RD2を介して3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2にそれぞれ伝えられる。

【0024】ここで、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2は、手先H1の手首部の上左右端にそれぞれ結合されるとともに、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3が3自由度の中心として手先H1の手首部に結合されているため、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2は、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の水平軸JSの回りを回転し、手先H1の縦振り動作(D1)を行なわせることができる。

【0025】また、手先H1の横振り動作D2をさせる場合、モータM1、M2を逆方向に回転させることにより、ネジN1、N2を逆方向に回転させる。すると、各

移動ブロックMB1、MB2がネジN1、N2に沿って逆方向に直線運動し、各移動ブロックMB1、MB2の逆方向の直線運動成分がコネクティングロッドRD1、RD2を介して3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2にそれぞれ伝えられる。

【0026】ここで、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2は、手先H1の手首部の上左右端にそれぞれ結合されるとともに、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3が3自由度の中心として手先H1の手首部に結合されているため、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2は、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の垂直軸JHの回りを回転し、手先H1の横振り動作(D2)を行なわせることができる。

【0027】ここで、ネジN1、N2の回転運動を移動ブロックMB1、MB2の直線運動に変換する場合、例えば、移動ブロックMB1に回り止め軸SJ1を設け、案内溝Z1に沿って移動ブロックMB1を導くことにより、ネジN1、N2の回転につられて、移動ブロックMB1、MB2が回転することを防止することができる。また、手先H1の捻り回転D3をさせる場合、モータM3を回転させることにより、モータM3の回転軸JMの回りに2自由度ユニバーサルジョイントUJ3を回転させる。

【0028】すると、2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の回転に伴って、手先H1が回転軸JMの回りに回転し、手先H1の捻り回転D3を行なわせることができる。ここで、手先H1の上左右端は、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2および2自由度ユニバーサルジョイントUJ1'、UJ2'を介して、移動ブロックMB1、MB2に結合されているので、手先H1の捻り回転D3に伴って、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2が回転軸JMの回りの円周上を移動する場合においても、コネクティングロッドRD1、RD2をクロスさせて、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2を手先H1の捻り回転D3に追従させることができる。

【0029】このように、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2および2自由度ユニバーサルジョイントUJ3を手首部に設けることにより、3個の回転軸JH、JS、JMを直交させたまま、3自由度の回転中心を1点に一致させることができる。このため、モータM1～M3の単純な駆動制御を行なうだけで、手首の3自由度の動作(縦振り動作D1、横振り動作D2および捻り回転D3)をさせることができ、運動の演算処理を簡単化して、精密な位置決め制御を俊敏に行なうことができる。

$$X_{A3} = d + h \times \sin \theta_y - l \times \sin \theta_z \times \cos \theta_y \quad \dots \quad (1)$$

$$Y_{A3} = l \times \cos \theta_z \times \cos \theta_y - (h \times \cos \theta_y + l \times \sin \theta_z \times \sin \theta_y) \times \sin \theta_x \quad \dots \quad (2)$$

$$Z_{A3} = l \times \cos \theta_z \times \sin \theta_x$$

できる。

【0030】なお、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2および2自由度ユニバーサルジョイントUJ1'、UJ2'、UJ3には軸受段付ネジを設け、軸受を介して十字部材に軸受段付ネジをねじ込むことにより、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2および2自由度ユニバーサルジョイントUJ1'、UJ2'、UJ3の構成を簡易化することができる。図4は、本発明の第1実施形態に係るロボットバンドにおけるユニバーサルジョイントの構成を分解して示す斜視図である。

【0031】図4において、各軸受段付ネジNJ1、NJ1'、NJ2、NJ2'には、軸受金具JR1、JR2を受け止めるための段差DS1、DS2、DS1'、DS2'がそれぞれ設けられている。そして、各軸受段付ネジNJ1、NJ1'、NJ2、NJ2'は、軸受金具JR1、JR2を介して十字部材JBにねじ込まれる。これにより、各軸受段付ネジNJ1、NJ1'、NJ2、NJ2'を十字部材JBにねじ込むだけで、軸受金具JR1、JR2が水平軸JSおよび垂直軸JHの回りを回転可能とすることができ、3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2および2自由度ユニバーサルジョイントUJ1'、UJ2'、UJ3の構成を簡単化することができる。

【0032】図5(a)は、本発明の一実施形態に係るロボットバンドの駆動方法を説明するための各点の座標を示す図、図5(b)は、x軸の回りの回転後の座標を示す図である。図5において、Oは原点(0, 0, 0)、Cは図1の2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の回転中心、Aは3自由度ユニバーサルジョイントUJ1の中心、Bは3自由度ユニバーサルジョイントUJ2の中心、 θ_x はx軸回りの回転角、 θ_y はy軸回りの回転角、 θ_z はz軸回りの回転角、dはOC間距離、hは2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の回転中心と3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2の中心とのz方向の距離、lは2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の回転中心と3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2の中心とのy方向の距離、A'はx軸回りにA点を θ_x だけ回転させた点(①)、A''はy軸回りにA'点を θ_y だけ回転させた点(②)、A'''はz軸回りにA''点を θ_z だけ回転させた点(③)である。

【0033】ここで、C点の座標(Xc, Yc, Zc) = (d, 0, 0)である。また、A3点の座標(X_{A3}, Y_{A3}, Z_{A3})は、

$$+ (h \times \cos \theta_y + l \times \sin \theta_z \times \sin \theta_y) \times \cos \theta_x \quad \dots \quad (3)$$

となる。

【0034】また、B₃点の座標 (X_{B3}、Y_{B3}、Z_{B3})

$$X_{B3} = d + h \times \sin \theta_y + l \times \sin \theta_z \times \cos \theta_y \quad \dots \quad (4)$$

$$Y_{B3} = -l \times \cos \theta_x \times \cos \theta_z - (h \times \cos \theta_y - l \times \sin \theta_z \times \sin \theta_y) \times \sin \theta_x \quad \dots \quad (5)$$

$$Z_{B3} = -l \times \cos \theta_z \times \sin \theta_x + (h \times \cos \theta_y - l \times \sin \theta_z \times \sin \theta_y) \times \cos \theta_x \quad \dots \quad (6)$$

となる。

【0035】ここで、手首の捻り回転を肘部に移し、手

首を2自由度にした場合、 $\theta_x = 0$ と置くことができる。

このため、A₃点の座標 (X_{A3}、Y_{A3}、Z_{A3}) は、

$$X_{A3} = d + h \times \sin \theta_y - l \times \sin \theta_z \times \cos \theta_y \quad \dots \quad (1')$$

$$Y_{A3} = l \times \cos \theta_z \quad \dots \quad (2')$$

$$Z_{A3} = h \times \cos \theta_y + l \times \sin \theta_z \times \sin \theta_y \quad \dots \quad (3')$$

となる。

【0036】また、B₃点の座標 (X_{B3}、Y_{B3}、Z_{B3})

$$X_{B3} = d + h \times \sin \theta_y + l \times \sin \theta_z \times \cos \theta_y \quad \dots \quad (4')$$

$$Y_{B3} = -l \times \cos \theta_z \quad \dots \quad (5')$$

$$Z_{B3} = h \times \cos \theta_y - l \times \sin \theta_z \times \sin \theta_y \quad \dots \quad (6')$$

となる。このため、手首の捻り回転を肘部に移すことにより、計算を簡略化することができる。

【0037】図6は、本発明の一実施形態に係るロボットバンドの駆動方法を説明するための各点の回転後の座標を示す図である。図6において、Oは原点 (0、0、0)、Cは図1の2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の回転中心、Aは3自由度ユニバーサルジョイントUJ1の中心、Bは3自由度ユニバーサルジョイントUJ2の中心、 θ_x はx軸回りの回転角、 θ_y はy軸回りの回転角、 θ_z はz軸回りの回転角、dはOC間距離、hは2自由度ユニバーサルジョイントUJ3の回転中心と3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2の中心とのz方向の距離、lは2自由度ユニバーサルジョイント

ここで、

$$d_0 = \sqrt{d^2 + (l - l_0)^2 + (h - h_0)^2} \quad \dots \quad (7)$$

が成り立つ。従って、

$$d_0^2 = d^2 + (l - l_0)^2 + (h - h_0)^2 \quad \dots \quad (8)$$

となる。また、

$$(X_{A3} - S_A)^2 + (Y_{A3} - l_0)^2 + (Z_{A3} - h_0)^2 = d_0^2 \quad \dots \quad (9)$$

が成り立つ。従って、

$$S_A = X_{A3} - \sqrt{d_0^2 - (Y_{A3} - l_0)^2 - (Z_{A3} - h_0)^2} \quad \dots \quad (10)$$

となる。同様に、

$$(X_{B3} - S_B)^2 + (Y_{B3} - l_0)^2 + (Z_{B3} - h_0)^2 = d_0^2 \quad \dots \quad (11)$$

が成り立つ。従って、

$$S_B = X_{B3} - \sqrt{d_0^2 - (Y_{B3} - l_0)^2 - (Z_{B3} - h_0)^2} \quad \dots \quad (12)$$

は、

UJ3の回転中心と3自由度ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2の中心とのy方向の距離、d₀はコネクティングロッドRD1、RD2の長さ、h₀は原点Oからの移動ブロックMB1、MBのz方向の距離、l₀は原点Oからの移動ブロックMB1、MBのy方向の距離、A₁はx軸回りにA点を θ_x だけ回転させた点、A₂はy軸回りにA₁点を θ_y だけ回転させた点、A₃はz軸回りにA₂点を θ_z だけ回転させた点、B₁はx軸回りにB点を θ_x だけ回転させた点、B₂はy軸回りにB₁点を θ_y だけ回転させた点、B₃はz軸回りにB₂点を θ_z だけ回転させた点、S_A、S_Bは各移動ブロックMB1、MB2の繰り出し量である。

【0038】

となる。

【0039】この結果、x、y、X軸回りの手先H1の回転角 θ_x 、 θ_y 、 θ_z がそれぞれ与えられると、(1)～(6)式に従って、A₃点の座標(X_{A3}、Y_{A3}、Z_{A3})およびB₃点の座標(X_{B3}、Y_{B3}、Z_{B3})を計算し、これらの値を(10)、(12)式にそれぞれ代入することにより、各移動ブロックMB1、MB2の繰り出し量S_A、S_Bを算出することができる。このため、運動学的な座標計算に基づいて、各モータM1、M2の駆動制御を行なうことができ、精密な位置決め制御を俊敏に行なうことができる。

【0040】図7は、本発明の第2実施形態に係るロボットバンドの概略構成を示す斜視図、図8は、本発明の第2実施形態に係るロボットバンドの概略構成を示す側面図である。なお、この第2実施形態は、手首の捻り回転機能を肘部に移し、手首を2自由度にしたものである。この場合は、手首部の上左右部のユニバーサルジョイントUJ11、UJ12は、2自由度で良い。図7、8において、2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12が手先H11の手首部の上左右端にそれぞれ結合されるとともに、2自由度ユニバーサルジョイントUJ13が2自由度の中心として手先H11の手首部に結合されている。ここで、2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12は、2自由度ユニバーサルジョイントUJ13の支点軸回りの円弧運動に基づいて、手先H11の縦振り動作D11および横振り動作D12を行なわせる。

【0041】一方、ベース板B11上には、突起部T11、T11'、T12、T12'が設けられ、各突起部T11、T11'、T12、T12'には、ペアリングBL11、BL11'、BL12、BL12'がそれぞれ設けられている。そして、突起部T11、T11'の間には、ペアリングBL11、BL11'で支持されるように、ネジN11が架設されるとともに、突起部T12、T12'の間には、ペアリングBL12、BL12'で支持されるように、ネジN12が架設されている。

【0042】さらに、突起部T11、T11'の間には、移動ブロックMB11が設けられるとともに、突起部T12、T12'の間には、移動ブロックMB12が設けられている。ここで、各移動ブロックMB11、MB12には、ネジN11、N12のネジ山に対応したネジ溝が形成され、各移動ブロックMB11、MB12は、各移動ブロックMB11、MB12のネジ溝とネジN11、N12のネジ山とが噛み合うように、ネジN11、N12によってそれぞれ貫かれている。

【0043】また、各移動ブロックMB11、MB12には、突回り止め軸が設けられるとともに、ベース板B11には、各移動ブロックMB11、MB12の移動方向に沿って案内溝Z11、Z12が形成され、各回り止

め軸は、案内溝Z11、Z12にそれぞれ挿入されている。そして、各移動ブロックMB11、MB12には、2自由度ユニバーサルジョイントUJ11'、UJ12'がそれぞれ設けられ、各2自由度ユニバーサルジョイントUJ11'、UJ12'は、コネクティングロッドRD11、RD12を介して2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12にそれぞれ連結されている。

【0044】また、ベース板B11上において、各突起部T11、T12の後方にはモータM11、M12がそれぞれ設けられ、各モータM11、M12は、カップリングCP11、CP12を介してネジN11、N12にそれぞれ接続されている。さらに、ベース板B11の後方には、支持ブロックSBを嵌め込むための凹部Uが形成され、凹部Uの両側の延伸部UK1、UK2には、ネジ止め部S1～S4が設けられている。

【0045】一方、支持ブロックSBは、ベース板B11を固定するためのもので、支持ブロックSBの回転中心となる固定軸KJを介して、肘部HJに結合されている。ここで、支持ブロックSBの両側には、ベース板B11の延伸部UK1、UK2を載せるための棚TN1、TN2が設けられるとともに、棚TN1、TN2にはネジ止め部S1'、S2'が設けられている。そして、ベース板B11の延伸部UK1、UK2を棚TN1、TN2に載せた状態で、例えば、ネジ止め部S1、S1'およびネジ止め部S2、S2'をそれぞれネジ止めすることにより、ベース板B11を支持ブロックSBに固定することができる。

【0046】さらに、支持ブロックSB内にはモータM13が設けられ、モータM13の回転軸には歯車HG2が結合されるとともに、肘部HJに取り付けられた固定軸KJには、歯車HG2と噛み合うように、歯車HG1が取り付けられている。次に、図7、8のロボットバンドの動作について説明する。手先H11の縦振り動作D11をさせる場合、モータM11、M12を同方向に回転させることにより、ネジN11、N12を同方向に回転させる。

【0047】すると、各移動ブロックMB11、MB12がネジN11、N12に沿って同一方向に直線運動し、各移動ブロックMB11、MB12の同一方向の直線運動成分がコネクティングロッドRD11、RD12を介して2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12にそれぞれ伝えられる。ここで、2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12は、手先H11の手首部の上左右端にそれぞれ結合されるとともに、2自由度ユニバーサルジョイントUJ13が2自由度の中心として手先H11の手首部に結合されているため、2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12は、2自由度ユニバーサルジョイントUJ13の水平軸JSの

回りを回転し、手先H11の縦振り動作(D11)を行なわせることができる。

【0048】また、手先H11の横振り動作D12をさせる場合、モータM11、M12を逆方向に回転させることにより、ネジN11、N12を逆方向に回転させる。すると、各移動ブロックMB11、MB12がネジN11、N12に沿って逆方向に直線運動し、各移動ブロックMB11、MB12の逆方向の直線運動成分がコネクティングロッドRD11、RD12を介して2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12にそれぞれ伝えられる。

【0049】ここで、2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12は、手先H11の手首部の上左右端にそれぞれ結合されるとともに、2自由度ユニバーサルジョイントUJ13が2自由度の中心として手先H11の手首部に結合されているため、2自由度ユニバーサルジョイントUJ11、UJ12は、2自由度ユニバーサルジョイントUJ13の垂直軸JHの回りを回転し、手先H11の横振り動作(D12)を行なわせることができる。

【0050】また、ネジN11、N12の回転運動を移動ブロックMB11、MB12の直線運動に変換する場合、例えば、移動ブロックMB11に回り止め軸SJ11を設け、案内溝Z11に沿って移動ブロックMB11を導くことにより、ネジN11の回転につられて、移動ブロックMB11が回転することを防止することができる。また、手先H11の回転D13を行なう場合、モータM13を回転させて、歯車HG2を回転させる。

【0051】すると、歯車HG2の回転力が歯車HG1に伝わり、歯車HG1は固定軸KJに固定されているため、歯車HG2は歯車HG1から反作用を受けて、歯車HG1の回りを転動回転し、肘部HJから先の手先全体を捻り回転させる。すなわち、固定軸KJは肘部HJに固定され、支持ブロックSBは固定軸KJに対して回転可能とされているとともに、モータM13は支持ブロックSBに固定されている。

【0052】この結果、歯車HG2が回転すると、歯車HG1が固定軸KJに固定されているので、歯車HG2が歯車HG1の円周に沿って転動回転し、支持ブロックSBおよびモータM13が一体となって固定軸KJの回りの円周上を回転する。このため、支持ブロックSBに固定されているベース板B11が、支持ブロックSBの回転に伴って、固定軸KJの回りの円周上を回転し、手先H11が固定軸KJの回りを回転する。

【0053】ここで、ベース板B11は、第3のユニバーサルジョイントUJ13が固定軸KJの軸線上に位置するように、支持ブロックSBに固定されることが好ましく、これにより、手首の回転機構を肘に移した場合においても、XYZ軸の回りの任意の方向に回転させることができる。ここで、ベース板B11を支持ブロックS

Bに固定した時に、第3のユニバーサルジョイントUJ13が固定軸KJの軸線上に位置するようにするために、例えば、棚TN1、TN2を支持ブロックSBに傾けて取り付けるようにしてもよい。

【0054】これにより、ベース板B11の延伸部UK1、UK2を棚TN1、TN2に載せるだけで、第3のユニバーサルジョイントUJ13が固定軸KJの軸線上に位置するように、ベース板B11を支持ブロックSBに固定することができる。このように、上述した第2実施形態によれば、手首の回転機構を肘に移し、手首を2自由度にすることにより、さらなるコンパクト化を図りつつ、制御も単純化することができる。

【0055】なお、上述した実施形態では、ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2、UJ11、UJ12をユニバーサルジョイントUJ3もしくはUJ13回りの円弧状回転運動させるために、回転モータM1、M2、M11、M12およびネジN1、N2、N11、N12を用いる方法について説明したが、ネジネジN1、N2、N11、N12の代わりに、ラックアンドピニオンなどの回転/直線運動変換機構を用いるようにしてもよい。

【0056】また、ユニバーサルジョイントUJ1、UJ2、UJ11、UJ12を駆動させるために、リニアモータを用いるようにしてもよい。また、動作の位置を計測して制御をかける場合、アクチュエータの回転や直線移動量を計測するポテンショメータやエンコーダ、リニアセンサなどを配置して、計測するようにしてもよいし、ポテンショメータやエンコーダを用いて、ユニバーサルジョイントの回転角を計測するようにしてもよい。

【0057】さらに、上述した実施形態では、ロボットハンドを例にとって説明したが、ロボットの肘や肩や首などの関節、ロボットの目の運動機構、マニュピレータの関節、全方向可動プロジェクタや追尾用カメラなどの雲台などに用いるようにしてもよい。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、回転軸を直交させたまま、3自由度の回転中心を1点に一致させることができ、運動の演算を容易に行なうことが可能となるとともに、軽量化およびコンパクト化を図ることができるので、精密な位置決め制御を俊敏に行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るロボットハンドの概略構成を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るロボットハンドの概略構成を示す側面図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係るロボットハンドにおける移動ブロックの回り止め機構の構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係るロボットハンドにおけるユニバーサルジョイントの構成を分解して示す

斜視図である。

【図5】図5(a)は、本発明の一実施形態に係るロボットバンドの駆動方法を説明するための各点の座標を示す図、図5(b)は、x軸の回りの回転後の座標を示す図である。

【図6】本発明の一実施形態に係るロボットバンドの駆動方法を説明するための各点の回転後の座標を示す図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係るロボットバンドの概略構成を示す斜視図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係るロボットバンドの概略構成を示す側面図である。

【符号の説明】

H1、H11 手先

UJ1、UJ2 3自由度ユニバーサルジョイント

JS、JH、JM 回転軸

D1、D11 縦振り動作

D2、D12 横振り動作

D3、D13 捻り回転

UJ1'、UJ2'、UJ3、UJ11、UJ12、U

J11'、UJ12'、UJ13 2自由度ユニバーサルジョイント

B1、B11 ベース板

M1～M3、M11～M13 モータ

CP1、CP2 カップリング

D1 減速機

T1、T1'、T2、T2'、T11、T11'、T12、T12' 突起部

MB1、MB2、MB11、MB12、移動ブロック

BL1、BL1'、BL2、BL2'、BL3、BL11、BL11'、BL12、BL12' ベアリング

N1、N2、N11、N12 ネジ

Z1、Z2、Z11、Z12 案内溝

RD1、RD2、RD11、RD12 コネクティングロッド

SJ1、SJ11 回り止め軸

JB 十字部材

JR1、JR2 軸受金具

NJ1、NJ1'、NJ2、NJ2' 軸受段付ネジ

DS1、DS2、DS1'、DS2' 段差

U 四部

UK1、UK2 延伸部

S1～S4、S1'、S2' ネジ止め部

HG1、HG2 齒車

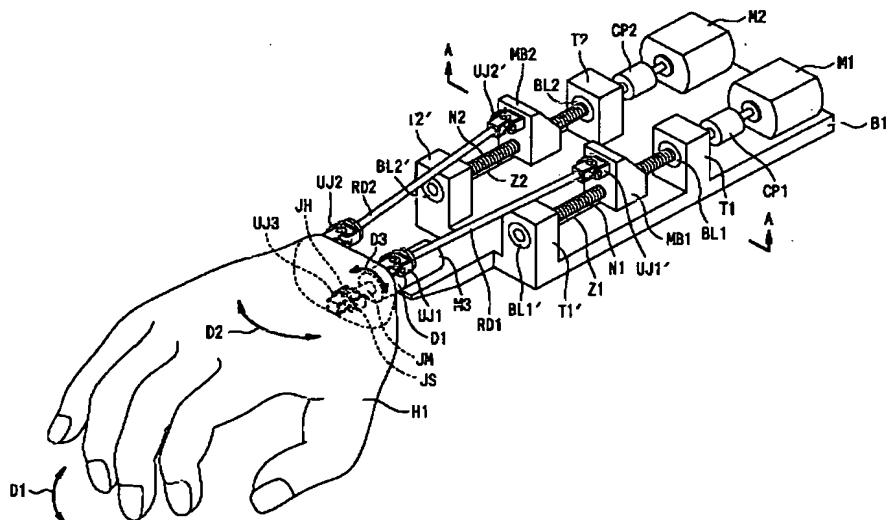
TN1、TN2 棚

SB 支持ブロック

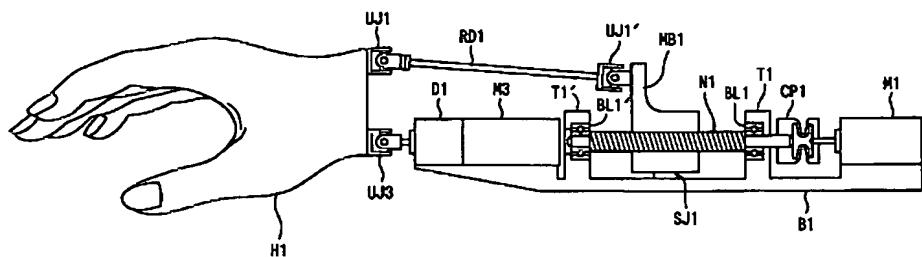
KJ 固定軸

HJ 肘部

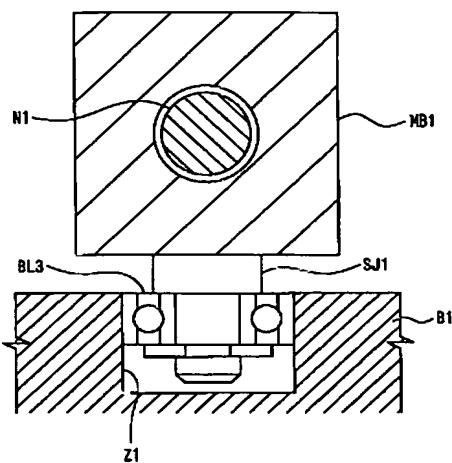
【図1】



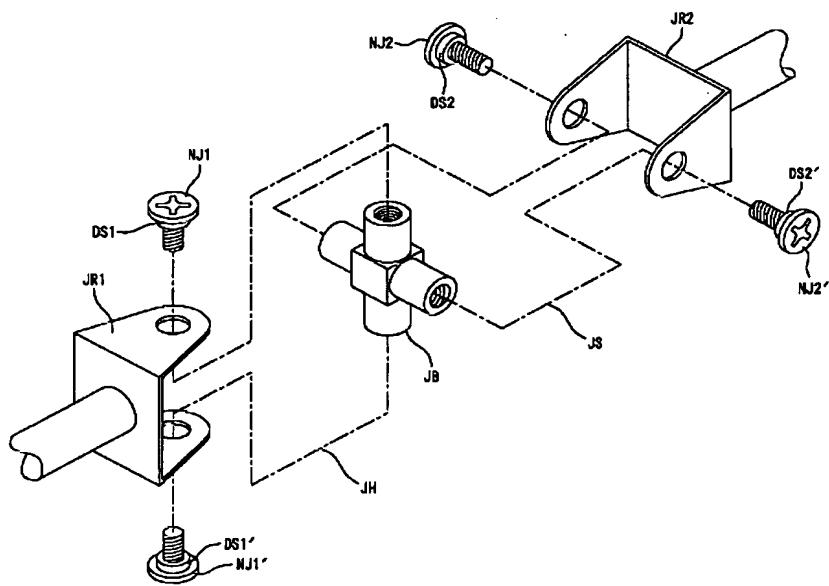
【図2】



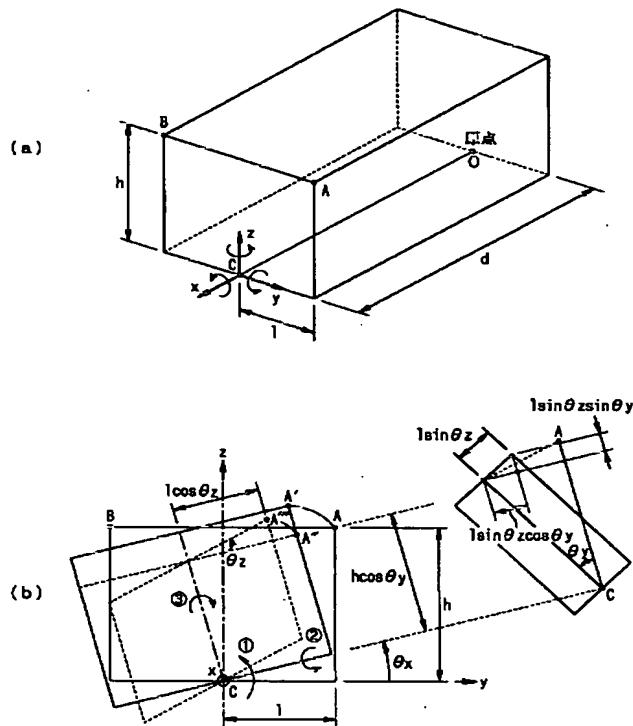
【図3】



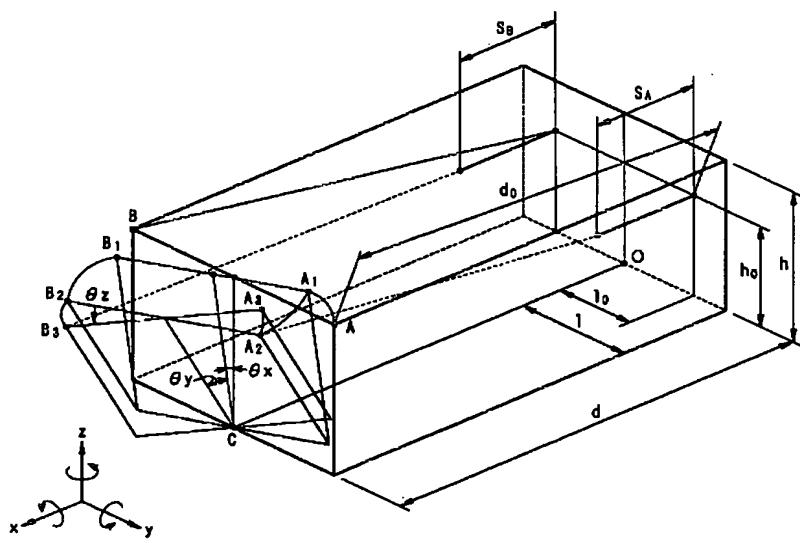
【図4】



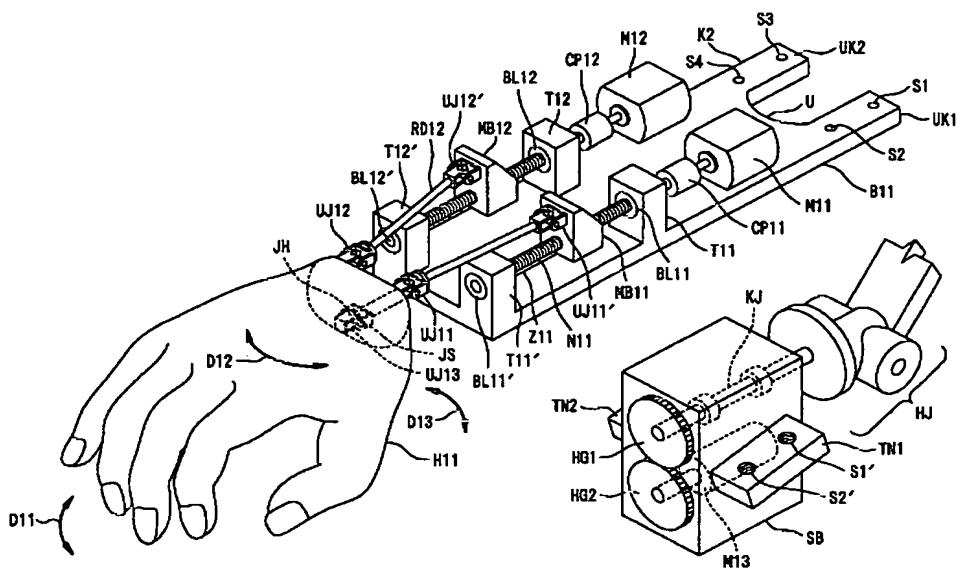
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

